

2.Глупак А.Н. Электроимпульсная технология очистки воды // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 9. – К.: Техніка, 1997. – С. 68-70.

3.Левченко В.Ф., Глупак А.Н. Получение активного коагулянта в процессе электроимпульсной обработки металла в воде // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 13. – К.: Техніка, 1998. – С.76-81.

4.Глупак А.Н. Электроимпульсный метод обезвреживания хромсодержащих сточных вод в системах оборотного водоснабжения (применительно к предприятиям машиностроительного комплекса): Дис. канд. техн. наук: 05.23.04. – Харьков, 2000. – 172 с.

5.Глупак А.Н., Левченко Ю.В. Электроимпульсный метод очистки сточных вод металлообрабатывающих производств // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 27. – К.: Техніка, 2001. – С. 98-101.

Получено 25.09.2002

УДК 628.087.157

Л.В.ВОЛОДЧЕНКО

Харьковская государственная академия городского хозяйства

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ АКТИВИРОВАННЫМ РАСТВОРОМ КОАГУЛЯНТА

Рассматривается механизм формирования гидроксида алюминия при обработке воды активированным раствором коагулянта.

Одним из наиболее распространенных видов коагулянтов, используемых на водопроводе, является сульфат алюминия. Недостаток этого коагулянта заключается в высокой чувствительности к температуре обрабатываемой воды. Исследователи это объясняют высокой степенью гидратации гидроксида алюминия при низких температурах [1]. Возрастанию гидратации при 1-2 °С способствует стабилизация золя гидроксида алюминия, который плохо коагулируется ионами HCO_3^- и SO_4^{2-} даже в концентрациях, в несколько раз превышающих их обычное содержание в воде. Повышение устойчивости золя сильно влияет на скорость хлопьеобразования. Именно из-за этого при использовании $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ в условиях низких температур наблюдается замедление процесса хлопьеобразования, попадание остатка алюминия в очищенную воду и осаждение гидроксида алюминия в трубопроводах.

Электроннографическое исследование зольей гидроксида алюминия показало, что свежеприготовленные золи гидроксида алюминия, дающие в электронном микроскопе картину шариков, имеют аморфную структуру [2]. В дальнейшем, при образовании ячеистых структур, через 20-30 часов после приготовления золя гидроксида алюминия дают дифракционную картину не сплошных колец, а состоящих из

отдельных точечных рефлексов, что говорит о начале кристаллизации, когда кристалликов еще недостаточно, чтобы дать сплошные кольца. На золях, простоявших несколько дней, уже можно наблюдать картину сплошных колец. Однако, вначале, как правило, образуется только три интенсивных кольца. В дальнейшем количество колец увеличивается, но одновременно теряется интенсивность некоторых из них. При приготовлении зольей при высоких температурах ($80-90^{\circ}\text{C}$) на электронограммах сразу возникает картина мелкокристаллического вещества.

Свежеосажденные рентгеноаморфные осадки состоят вначале из округленных сферических, близких к шарообразной форме частиц, которые затем группируются в сетчатые ячеистые образования [3]. Приблизительно через сутки старения гидроксида алюминия в узлах ячеек начинается процесс кристаллизации, протекающей с различной скоростью в зависимости от ряда факторов. В частности, повышение температуры заметно ускоряет процесс кристаллизации. Например, для байерита наблюдается отчетливое кристаллическое строение осадка в электронном микроскопе после суточного старения под маточным раствором при комнатной температуре.

При изучении механизма образования коллоидных частиц в золях гидроксида алюминия, подвергнутого активации, применяли одновременно электронно-микроскопический и электронографический методы. Исследования проводились с использованием электронного микроскопа ЭМ-20 с целью изучения коллоидно-дисперсных систем.

Параметры активации раствора коагулянта: напряженность магнитного поля $95-115\text{ кА/м}$, содержание анодно-растворимого железа $1050-1200\text{ мг/дм}^3$, скорость движения золя $0,03\text{ м/с}$.

Весьма заметно различие в конфигурации шарообразных частиц обычных зольей и зольей, прошедших активацию: обычный золь дает менее крупные агрегаты, чем золь, прошедший активацию. В первом случае размер коллоидных образований меньше $0,1\text{ мкм}$, в то время как крупность коллоидов активированного золя достигает $0,2\text{ мкм}$ и более. Дальнейшее слипание отдельных шарообразных частиц и образование крупных агрегатов в обычном золе идет медленнее, чем при контрольном опыте. Образовавшиеся золи имеют ячеистое строение и, как показывают электронно-микроскопические исследования, в узлах ячеек начинается процесс кристаллизации, который протекает более интенсивно в золе, подвергнутом активации: если в обычных золях процесс образования кристаллов наступает через $18-20\text{ ч}$, то в нашем случае – через $12-14\text{ ч}$, размер кристаллов в первом случае не превышает $0,2\text{ мкм}$, в контрольном опыте – более $0,3\text{ мкм}$.

Для обычных золь аналогичную картину наблюдали при изучении строения свежеполученных осадков из растворов на ряде солей.

По литературным данным оксид алюминия имеет 9 кристаллических модификаций: α -, β -, γ -корунд (Al_2O_3), гидраргиллит ($Al_2(OH)_3$), диаспор ($AlOOH$), боксит ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$), гиббсит ($\gamma Al_2O_3 \cdot 3H_2O$), байерит ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) и бемит ($Al_2O_3 \cdot H_2O$).

Фрикке и Мейринг [1] на основании рентгеновских данных пришли к выводу, что гели гидроксида алюминия имеют вначале структуру бемита ($Al_2O_3 \cdot H_2O$), который переходит в байерит ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) и, наконец, в гидраргиллит ($Al_2(OH)_3$).

Гюттиг и Костелитц [1] также рентгеновским методом исследовали систему $Al_2O_3 - H_2O$. Из полученных ими данных следует, что свежеприготовленные препараты давали структуру гидраргиллита как конечный стабильный продукт. Однако авторы считают, что можно наблюдать образование ряда кристаллических гидратов с различным содержанием воды, при этом бемит постепенно переходит в гидраргиллит.

Но Берестнева З.Я., Корецкая Т.А. и Каргин В.А. подвергают сомнениям утверждения об образовании вначале бемита и переходе его в гидраргиллит, тем более что в исследованиях Гюттига имеются данные о количестве молекул воды, приходящихся на одну молекулу алюминия. Во всех полученных им золях гидроксида алюминия при комнатной температуре на одну молекулу оксида алюминия приходится более трех молекул воды, а химический состав бемита описан как $Al_2O_3 \cdot H_2O$. Из рентгеновских данных можно наблюдать изменение ширины и интенсивности полос, а также появление новых полос, что вполне можно объяснить неравномерной скоростью роста отдельных граней кристалла.

В соответствии с законом дифракции (наличие соответствия между размером частиц и длиной волны излучения) электронографически образование гидраргиллита обнаруживается через 20 часов, а рентгенографически – только через двое суток. По размеру частиц на всех этапах старения гидроксиды располагаются в такой возрастающий ряд: $Al \rightarrow Cr \rightarrow Fe(III)$, а их адсорбционная активность уменьшается в обратном порядке. Изучение кристаллизации осадков гидроксидов алюминия в различных средах показало, что псевдобемит получается при агрегации частиц через ОН-группы, а байерит – в результате рек-

ристаллизации, причем рост кристаллов байерита происходит за счет только слипания первых кристалликов размером около 50°A [4].

Чистота свежеполученных осадков оксигидроксида алюминия, отвечающих в первый момент структуре псевдобемита, зависит от многих факторов: природы соли и осадителя, их соотношения и концентраций, порядка смешивания и температуры исходных растворов, продолжительности старения осадков.

Таким образом, при получении коллоидного гидроксида алюминия сначала образуются шарообразные частицы. В дальнейшем стремление уменьшить свободную энергию системы заставляет протекать процесс кристаллизации. При активации раствора сульфата алюминия коллоидные частицы золя имеют такую же модификацию, как и обычный золь – гидрагиллит.

При обработке воды активированным раствором коагулянта ячеистая структура золя гидроксида алюминия имеет крупные агрегаты, чем у обычного золя. Процессы образования кристаллов в узлах ячеек протекают интенсивнее, размеры кристаллов крупнее, чем у обычного золя.

1.Шехтер А.Б., Рогинский С.В., Сахарова С.В. Электронно-микроскопическая структура свежеполученных осадков из растворов // Известия АН СССР. ОХН. – 1948. – №2. – С. 205-208.

2.Берестнева З.Я., Корецкая Т.А., Каргин В.А. О механизме образования коллоидных частиц гидроокиси Al^{III} . 13. – №5. – С. 323-326.

3.Чалый В.П. Гидроокиси металлов. – К.: Наукова думка, 1972. – 160 с.

4.Павлова-Веревкина О.Б., Рогинская Ю.Е. Получение и свойства стабильных золь гидроксида алюминия. Изучение процесса пептизации высокодисперсного гидроксида алюминия // Коллоидный журнал – 1993. 55. – №3. – С.133-137.

Получено 25.09.2002

УДК 911 : 574 : 551.464

Т.А.САФРАНОВ, д-р геогр. наук, В.П.САВУСИН, А.В.ЧУГАЙ
Одесский экологический университет

ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИМИ ЭКОТОКСИКАНТАМИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Приводятся данные относительно содержания нефтепродуктов, фенолов и хлорированных углеводородов в северо-западной части Черного моря. Отмечены основные источники загрязнения органическими экотоксикантами и закономерности их распределения.

Органические экотоксиканты (нефть, нефтепродукты, фенолы, хлорированные углеводороды и т.д.) являются одними из наиболее